



#5

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Mamoru NAKASUJI, et al.

ATTN: Box Missing Parts

Serial No.: 09/891,612

Group Art Unit: Unknown

Filed: June 27, 2001

Examiner: Unknown

For: SHEET BEAM-TYPE INSPECTION APPARATUS

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

October 23, 2001

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

- ✓(a) Japanese Application No. 2000-227132, filed July 27, 2000;
- ✓(b) Japanese Application No. 2000-335756, filed November 2, 2000;
- ✓(c) Japanese Application No. 2000-374164, filed December 8, 2000;
- ✓(d) Japanese Application No. 2001-022931, filed January 31, 2001;
- ✓(e) Japanese Application No. 2001-031901, filed February 8, 2001;
- ✓(f) Japanese Application No. 2001-031906, filed February 8, 2001;
- ✓(g) Japanese Application No. 2001-033599, filed February 9, 2001;
- ✓(h) Japanese Application No. 2001-036088, filed February 13, 2001;
- ✓(i) Japanese Application No. 2001-068301, filed March 12, 2001;
- ✓(j) Japanese Application No. 2001-115013, filed April 13, 2001; and
- ✓(k) Japanese Application No. 2001-158662, filed May 28, 2001.

In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

Applicants: **Mamoru NAKASUJI, et al.**
Serial No.: **09/891,612**

Docket No.: **010816**
Page 2

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI
McLELAND & NAUGHTON, LLP



William G. Kratz, Jr.
Attorney for Applicants
Reg. No. 22,631

Attorney Docket No.: **010816**
1725 K Street, N.W.
Suite 1000
Washington, D.C. 20006
Tel: (202) 659-2930
Fax: (202) 887-0357
WGK/sdj

Q:\FLOATERS\WGK\010816 Claim for Priority



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-227132

出 願 人

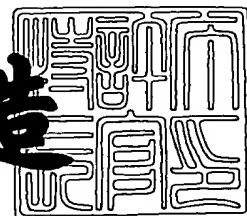
Applicant(s):

株式会社荏原製作所

2001年 8月10日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3070617

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-34942

【提出日】 平成12年 7月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 9/14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 中筋 護

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 野路 伸治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 佐竹 徹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 金馬 利文

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 渡辺 賢治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 曾布川 拓司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 村上 武司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 畠山 雅規

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 狩俣 努

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 大和田 伸

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

【識別番号】 100105647

【弁理士】

【氏名又は名称】 小栗 昌平

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100105474

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 弘徳

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100093573

【弁理士】

【氏名又は名称】 添田 全一

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0002923

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 評価装置及び評価装置を用いたデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 静電レンズを含む静電光学系によって荷電粒子を試料に入射させ、前記荷電粒子の入射により前記試料から発生した 2 次電子を検出してデータを形成し、前記データに基づいて前記試料を評価する評価装置において、

前記静電光学系内の電極を仕事関数が 5 e V 以上の金属でコーティングしたことを特徴とする評価装置。

【請求項 2】 前記静電光学系内の電極をコーティングする金属が、白金、又は、白金を主材料とする合金であることを特徴とする請求項 1 記載の評価装置。

【請求項 3】 静電レンズを含む静電光学系によって荷電粒子を試料に入射させ、前記荷電粒子の入射により前記試料から発生した 2 次電子を検出してデータを形成し、前記データに基づいて前記試料を評価する評価装置において、

前記静電レンズは、電位差のある少なくとも 2 つの電極と前記少なくとも 2 つの電極の間にあって前記少なくとも 2 つの電極を支持する絶縁材料とを含み、

前記少なくとも 2 つの電極のうち少なくとも一方の電極は、前記少なくとも 2 つの電極間において最短の電極間距離となる第 1 の電極面と、前記第 1 の電極面よりも電極間距離が長い第 2 の電極面と、前記第 1 の電極面と前記第 2 の電極面との間に前記少なくとも 2 つの電極間方向の段差とを有し、

前記絶縁材料は、前記少なくとも 2 つの電極間において前記第 2 の電極面と他方の電極の電極面を略垂直に支持し、前記絶縁材料の前記少なくとも 2 つの電極間における最短沿面距離は、支持された電極部分における電極間距離と略同じ長さであることを特徴とする評価装置。

【請求項 4】 前記静電光学系内の電極をコーティングする金属が、白金、又は、白金を主材料とする合金であることを特徴とする請求項 3 記載の評価装置。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項記載の評価装置を用いたデバイス製造方法であって、

デバイス製造途中において前記評価装置を用いて前記試料であるところの半導体ウェーハのパターンを評価することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、荷電粒子を試料に照射する静電光学系において、絶縁破壊を防止した評価装置と、その評価装置を用いて試料の評価を行うデバイス製造方法についての技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、光学的に検査するだけでは十分な感度や解像度が得られないような微細な試料の表面状態を検査する為に、電子線を利用した高感度、高解像度な評価装置が用いられようとしている。

このような電子線を用いた評価装置は、電子銃によって電子線を放出し、静電レンズ等の静電光学系によって、この放出された電子線を加速したり収束したりするなどして検査対象である試料に入射させる。次に、電子線の入射によって試料から放出される2次電子を検出することによって、検出された2次電子に対応する信号を発生させ、この信号により例えば、試料のデータを形成する。

そして、この形成されたデータにより、試料の表面状態を検査している。

【0003】

また、上記評価装置に用いられる静電レンズ等の静電光学系は、電子線を加速したり収束するための電界を生成する電極が、電子線の光軸方向に多段に構成されている。

これら電極には各々所定の電圧が印加され、これら電極の電位差によって生ずる電界によって、電子線を加速したり、光軸上の所定の点に収束させるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来の電子線を用いた評価装置において、電子銃から放出した電子線の

一部が、静電光学系における電界に係わらず電極に衝突する場合がある。この場合に、電子線が電極に衝突することにより、電極自体から2次電子が放出される。

この電極から放出される2次電子の量は、電極の材料、又は、電極をコーティングしている材料によって変化する。この電極から放出される2次電子が多くなると、この2次電子は電極の電界によって加速され、評価装置内の残留ガスをイオン化し、このイオンが電極に衝突することによって、更に、電極から2次電子が放出される。

よって、2次電子が大量に放出されると、電極間において放電が生じ易くなり、電極間で絶縁破壊を起こす確率が増加してしまう。

【0005】

例えば、電極がアルミニウムでコーティングされている場合と、金でコーティングされている場合とで、絶縁破壊の確率を比較すると、アルミニウムの方が電極間の絶縁破壊の確率が若干高かった。アルミニウムは、仕事関数が4.2 [eV] であり、金は、仕事関数は4.9 [eV] である。

ここで、仕事関数とは、金属にある1個の電子を真空中に取り出すのに必要な最小のエネルギーである（単位：eV）。

また、電極が金でコーティングされている場合であって、更に、評価装置の試料が半導体ウェーハである場合は、コーティングした金に電子線が衝突することによって金がスパッタされ、半導体ウェーハの表面に金が付着してしまう場合がある。半導体表面に金が付着すると、後の熱工程で金がシリコン結晶中に拡散されトランジスタの性能を劣化させる。よってこの場合に、評価装置は半導体ウェーハの検査に適さない。

【0006】

一方、静電光学系の例えば、静電レンズにおいては、電極間距離を短くすることによって焦点距離の短い静電レンズが得られる。焦点距離が短いと、静電レンズの収差係数は小さくなり低収差となるので、静電レンズは高分解能となり、評価装置の分解能が向上する。

また、静電レンズの電極間に与える電位差を大きくすることによっても、焦点

距離の短い静電レンズとすることができる。よって、電極間距離を短くする場合と同様に、静電レンズは低収差で高分解能となり、評価装置の分解能が向上する。

よって、電極間距離を短くして電極間の電位差大きくしてやれば、相乗的に静電レンズは低収差で高分解能とすることができる。

【 0 0 0 7 】

しかし、電極間距離を短くして電極間の電位差大きくすると、電極間において放電が生じ易くなり、電極間で絶縁破壊を起こす確率が増加してしまう。

電極間の絶縁は、電極間に絶縁材料を挿入し、この絶縁材料によって電極を支持することによって、電極間の絶縁を保持していた。

また更に、電極間の絶縁材料の最短沿面距離（絶縁表面長さ）を長くすることによって、絶縁材料表面の絶縁性能を高めていた。例えば、絶縁材料の表面を電極間方向のヒダ形状とすることによって、電極間における最短沿面距離を長くしていた。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、一般に絶縁材料表面の加工は、金属の加工に比べると加工が困難で、加工費用が高価になってしまう。また、絶縁材料表面をヒダ形状等とすると、絶縁材料の表面積が広くなってしまうので、評価装置内が真空の場合は、絶縁材料からの放出ガスが多くなる場合がある。よって、真空度の劣化を招き、かえって電極間の耐圧が下がってしまう場合が多かった。

【 0 0 0 9 】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたもので、静電光学系の電極間の絶縁破壊を防止した評価装置と、この評価装置を用いたデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための第 1 の評価装置においては、静電レンズを含む静電光学系によって荷電粒子を試料に入射させ、前記荷電粒子の入射により前記試料から発生した 2 次電子を検出してデータを形成し、前記データに基づいて前記試

料を評価する評価装置において、

前記静電光学系内の電極を仕事関数が 5 e V 以上の金属でコーティングしたことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

この評価装置によれば、電極、又は、電極の一部を仕事関数が 5 e V 以上の金属でコーティングしたので、電極から 2 次電子が放出されることが少なく、電極間において放電が生じにくくなり、電極間の絶縁破壊が起きることが少なくなる。

【 0 0 1 2 】

第 2 の評価装置においては、前記静電光学系内の電極をコーティングする金属が、白金、又は、白金を主材料とする合金であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

この評価装置によれば、電極、又は、電極の一部を白金（仕事関数：5. 3 [e V] ）、又は、白金を主材料とする合金でコーティングしたので、電極から 2 次電子が放出される量が少なく、電極間において放電が生じにくくなり、電極間の絶縁破壊が起きることが少なくなる。

また、試料が半導体ウェーハであっても、半導体ウェーハのパターン上に、電極にコーティングされた白金が付着することがあってもトランジスタを劣化させることもないので、半導体ウェーハの検査に好適である。

【 0 0 1 4 】

第 3 の評価装置においては、静電レンズを含む静電光学系によって荷電粒子を試料に入射させ、前記荷電粒子の入射により前記試料から発生した 2 次電子を検出してデータを形成し、前記データに基づいて前記試料を評価する評価装置において、

前記静電レンズは、電位差のある少なくとも 2 つの電極と前記少なくとも 2 つの電極の間にあって前記少なくとも 2 つの電極を支持する絶縁材料とを含み、

前記少なくとも 2 つの電極のうち少なくとも一方の電極は、前記少なくとも 2 つの電極間において最短の電極間距離となる第 1 の電極面と、前記第 1 の電極面よりも電極間距離が長い第 2 の電極面と、前記第 1 の電極面と前記第 2 の電極面

との間に前記少なくとも2つの電極間方向の段差とを有し、

前記絶縁材料は、前記少なくとも2つの電極間において前記第2の電極面と他方の電極の電極面を略垂直に支持し、前記絶縁材料の前記少なくとも2つの電極間における最短沿面距離は、支持された電極部分における電極間距離と略同じ長さであることを特徴とする評価装置。

【0015】

この評価装置によれば、絶縁材料によって電極を支持することによって、電極間の放電を生じにくくし、電極間の絶縁破壊をしにくくした。

更に、少なくとも一方の電極の形状を、第1の電極面と第2の電極面とこれら電極面の間に段差を設けるようにすることによって、絶縁材料表面をヒダ形状等に加工することがなく、加工費用が安価になる。

また、絶縁材料の電極間における最短沿面距離は、支持された電極部分における電極間距離と略同じ長さであるので、電極間における絶縁材料表面にはほとんど凹凸部分が無く、絶縁材料からの放出ガスが多くなることも無い。よって、装置のビーム通路の真空度を下げることもない。

【0016】

第4の評価装置においては、前記静電光学系内の電極をコーティングする金属が、白金、又は、白金を主材料とする合金であることを特徴とする。

【0017】

この評価装置によれば、電極、又は、電極の一部を白金、又は、白金を主材料とする合金でコーティングしたので、電極間において放電が生じにくく、電極間で絶縁破壊されることが少ない。

また、試料が半導体ウェーハであっても、半導体ウェーハの表面上に、電極にコーティングされた白金が付着することがあってもデバイス性能を劣化させることもないので、半導体ウェーハの検査に好適である。

【0018】

第5のデバイス製造方法においては、請求項1～4のいずれか1項記載の評価装置を用いたデバイス製造方法であって、

デバイス製造途中において前記評価装置を用いて前記試料であるところの半導

体ウェーハのパターンを評価することを特徴とする。

【0019】

このデバイス製造方法によれば、デバイス製造途中において評価装置を用いることによって、試料であるところの半導体ウェーハのパターンを評価しても、静電光学系内の電極が絶縁破壊することなく評価することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕

本実施形態は、静電光学系を有する写像投影型評価装置に本発明を適用した実施形態である。

図1は、評価装置を模式的に示す構成図、図2は金属別の絶縁破壊発生確率を示す表、図3は、電極の斜視図と断面図、図4は、電極の一部断面図、図5は、電極の上面図と断面図、図6は、電極の要部拡大断面図である。

【0021】

本実施形態の写像投影型評価装置の構成と動作について図1を参照して説明する。

写像投影型評価装置は、試料を照射する電子線が所定の放射面を持っており、電子線の照射によって試料から放射される2次電子も所定の放射面を持っている。

【0022】

電子線源1からは、2次元領域、例えば矩形の放射面をもつ電子線が放射され、静電レンズ系2によって所定方向に偏向される。偏向された電子線は、斜め上方からE×B型偏向器3に入射され、E×B型偏向器3の電界と磁界が直交する場により、試料である半導体ウェーハ6（以下ウェーハ）方向に偏向される（図1の実線）。

そして、E×B型偏向器3によって偏向された電子線は、静電対物レンズ系5内の電極に印加された電圧によって発生した電界により減速され、静電対物レンズ系5によってウェーハ6に結像される。

【0023】

次に、ウェーハ 6 への電子線の照射によって発生した 2 次電子は、静電対物レンズ系 5 の電界によって検出器 8 の方向に加速され（図 1 の点線）、E × B 型偏向器 3 に入射される。

そして、E × B 型偏向器 3 は、加速された 2 次電子を静電中間レンズ系 7 方向に向かわせ、次に、静電中間レンズ系 7 によって 2 次電子を検出器 8 に入射させることによって 2 次電子が検出される。検出器 8 によって検出された 2 次電子はデータに変換されて表示装置 9 に送信され、表示装置 9 に 2 次電子の画像を表示し、ウェーハ 6 のパターンを検査する。

【 0 0 2 4 】

次に、写像投影型評価装置における静電レンズ系 2、静電対物レンズ系 5、静電中間レンズ系 7 や、E × B 型偏向器 3 の構成について詳細に説明する。

電子線が通過する静電レンズ系 2、静電対物レンズ系 5 や、2 次電子が通過する静電中間レンズ系 7 は、所定の電界を発生させる為の複数の電極を含んでいる。また、これら全ての電極の表面には、白金をコーティングした。更に、E × B 型偏向器 3 の電極 4 の表面にも、白金をコーティングしている。

【 0 0 2 5 】

ここで、図 2 を参照して、電極をコーティングする金属別における絶縁破壊発生確率について説明する。尚、絶縁破壊発生率は、金属毎に相対的な大小関係で表している。また、写像投影型評価装置において、電極をコーティングする金属の種類を除く他の検査条件は同一とした。

まず、電極をコーティングした金属がアルミニウムの場合と、金の場合において、絶縁破壊が発生する確率を比較すると、金の場合の方が電極の絶縁破壊の発生確率が若干低かった。よって、金の場合の方が絶縁破壊の防止については効果があった。また更に、電極をコーティングした金属が金の場合と、白金の場合において、絶縁破壊が発生する確率を比較すると、白金の場合の方が電極の絶縁破壊の発生確率が更に低かった。

【 0 0 2 6 】

ここで、各金属の仕事関数は、アルミニウムが 4. 2 [e V] であり、金が 4. 9 [e V]、白金は 5. 3 [e V] である。金属の仕事関数とは、金属にある

1 個の電子を真空中に取り出すのに必要な最小のエネルギーである（単位：e V）。即ち、仕事関数の値が大きい程、電子が取り出しにくいことになる。

よって、写像投影型評価装置において、電子線源 1 から放射された電子線が電極に衝突した場合に、仕事関数の値が大きい金属（仕事関数の値が大きい金属を主材料とする合金をも含む）が電極にコーティングされていれば、電極から放出される 2 次電子は少なくなるので、電極の絶縁破壊の発生確率も低下する。具体的には、電極にコーティングされる金属の仕事関数が 5 [e V] であれば、電極の絶縁破壊の発生確率は低く抑えることができる。

【 0 0 2 7 】

また、本実施形態のように、検査対象となる試料がウェーハ 6 であり、更に、電極にコーティングされる金属が金の場合であると、電子線が金に衝突することによって、ウェーハ 6 のパターン上に金が付着してしまうことがあった。よって、本実施形態において、電極にコーティングされる金属が白金であると、ウェーハ 6 のパターン上に白金が付着することなく、また、白金が付着することであってもデバイス性能を劣化させることもない。更に、電極の絶縁破壊の発生確率も低くすることができ、より好ましい。

【 0 0 2 8 】

次に、図 3 と図 4 を参照して電極の形状と構成の一例を説明する。

図 3 は電極の斜視図と断面図、図 4 は電極の一部断面図である。

図 3 において、電極 1 0 とは、静電レンズ系 2、静電対物レンズ系 5、静電中間レンズ系 7 に含まれる静電レンズの電極である。

電極 1 0 は、電子線や 2 次電子が通過することのできる通過孔が略中央部にある円盤形状になっており、本実施形態の写像投影型評価装置において、電極 1 0 には、図示しない電源装置により所定の電圧が印加されている。

図 4 は電極 1 0 の表面部の一部断面図である。尚、E × B 型偏向器 3 の電極 4 の表面も電極 1 0 の表面と同等の構成としてもよい。

電極 1 0 の材料は、ケイ素銅（シリコンブロンズ）1 0 a から構成され、必要な寸法形状に加工されたケイ素銅 1 0 a 上にチタン 1 0 b を 5 0 n m の厚さになるようにスパッタコーティングし、更に、チタン 1 0 b 上に白金 1 0 c を 2 0 0

n mの厚さになるようにスパッタコーティングを行って電極10が形成されている。

【0029】

次に、図5を参照して、本実施形態において、電極間の電位差が大きい場合の電極間の絶縁破壊を防止する電極構成について詳細に説明する。

図5は、電極の上面図と断面図、図6は、電極の要部拡大断面図である。

図5の電極20、22は、例えば、静電対物レンズ系5に含まれている電極であり、上記のように電極には白金がコーティングされている。また、電極20、22には、図示しない電源装置により所定の電圧が印加されている。本実施形態では、ウェーハ6側の電極22には高電圧、例えば15kVの電圧が印加され、電極20には5kVの電圧が印加されている。

【0030】

電子線や2次電子が通過する通過孔24は、電極20、22の中央部にあり、通過孔24内は電極20、22の電位差によって電界が形成されている。この電界によって、電子線は減速し、且つ収束されて、ウェーハ6に照射される。この時、電極間の電位差が大きいので、静電対物レンズ系5は焦点距離の短い静電対物レンズとすることができる。よって、静電対物レンズ系5は低収差で高分解能となる。

【0031】

電極20と22の間には、絶縁スペーサ26が挿入されており、絶縁スペーサ26は、電極20と22を略垂直に支持している。絶縁スペーサ26の電極間における最短沿面距離は、支持された電極部分における電極間距離と略同じ長さである。即ち、電極間の絶縁スペーサ26の表面は、電極間方向においてヒダ状等になっておらず、ほぼ直線になっている。

【0032】

また、電極22は電極間において最短距離となっている第1の電極面22bと、この第1の電極面22bよりも電極間距離が長い第2の電極面22cと、第1の電極面22bと第2の電極面22cとの間にこれら2つの電極間方向の段差22dを有している。絶縁スペーサ26は電極22を第2の電極面22cで支持し

ている。

電極 2 2 をこのような形状にしたので、電極間の最短距離を所定の距離に保ちつつ、絶縁スペーサ 2 6 の表面を電極間方向においてヒダ状等に加工作ることなく、絶縁スペーサ 2 6 の最短沿面距離を電極間の最短距離より長くすることができた。

また、絶縁スペーサ 2 6 の表面には、大きい電界がかからないので、沿面放電も起こり難い構造とすることができた。

【 0 0 3 3 】

よって、静電対物レンズ系 5 は焦点距離の短い静電対物レンズとし、静電対物レンズ系 5 は低収差で高分解能にすることができ、且つ、絶縁スペーサ 2 6 の電極間の絶縁性能が低下しないので、電極間の絶縁破壊が防止できる。

また、金属である電極 2 2 に段差 2 2 d を設けるように加工したので、絶縁スペーサ 2 6 を加工するより加工費用が安価になる。

また、電極間方向における絶縁スペーサ 2 6 の表面にはほとんど凹凸部分が無く、絶縁スペーサ 2 6 からの放出ガスが多くなることも無い。

【 0 0 3 4 】

また、電極 2 0 の通過孔 2 4 の開口端部 2 0 a と、電極 2 2 の通過孔 2 4 の開口端部 2 2 a とのコーナー部に曲率を持たせたので、両コーナー部に電界が集中することがないので、電極間の絶縁破壊がより防止できる。

また更に、電極 2 2 の段差 2 2 d の電極間側のコーナー部に曲率を持たせたので、コーナー部に電界が集中することがなく、電極間の絶縁破壊がより防止できる。

また、上記実施形態では、電極 2 2 に段差 2 2 d を設けたが、電極 2 0 にも電極 2 2 方向に段差を設けるように加工してもよいし、電極 2 2 に換えて、電極 2 0 にのみ電極 2 2 方向に段差を設けるように加工してもよい。

【 0 0 3 5 】

また、本実施形態では、静電対物レンズ系 5 において、絶縁スペーサ 2 6 が挿入された電極を説明したが、他の静電レンズ系において、電位差の大きい電極がある場合は、その静電レンズ系に適用することによって、電極間の絶縁破壊が防

止できる。

また、本実施形態の評価装置は、電子線を試料に入射させたが、一般の荷電粒子を試料に入射する構成にしてもよい。

【 0 0 3 6 】

〔第 2 実施形態〕

本実施形態は、本発明の評価装置をデバイス製造に適用した実施形態である。

図 7 は、デバイス製造工程を示すフローチャート、図 8 は、図 7 のウェーハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィ工程を示すフローチャートである。

【 0 0 3 7 】

図 7 を参照して、デバイス製造工程を説明する。

デバイス製造工程は、以下の各主工程を含んでいる。

(1) ウェーハを製造するウェーハ製造工程（又はウェーハを準備するウェーハ準備工程）。（ステップ 1）

(2) 露光に使用するマスクを製作するマスク製造工程（又はマスクを準備するマスク準備工程）。（ステップ 2）

(3) ウェーハに必要な加工処理を行うウェーハプロセッシング工程。（ステップ 3）

(4) ウェーハ上に形成されたチップを 1 個ずつ切り出し、動作可能にするチップ組み立て工程。（ステップ 4）

(5) 完成したチップを検査する検査工程。（ステップ 5）

尚、これら主工程には更にいくつかのサブ工程からなっている。

【 0 0 3 8 】

これら主工程の中で、デバイスの性能に影響を及ぼす主工程は、ウェーハプロセッシング工程である。このウェーハプロセッシング工程では、設計された回路パターンをウェーハ上に順次積層し、チップを多数形成する。

このウェーハプロセッシング工程は、以下のサブ工程を含んでいる。

(I) 絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、或いは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程（CVD やスパッタリング等を用いる）。

(II) この薄膜層やウェーハ基板を酸化する酸化工程。

(III) 薄膜層やウェーハ基板等を選択的に加工するためにマスク（レクチル）を用いてレジストのパターンを形成するリソグラフィー工程。

(IV) レジストのパターンに従って薄膜層やウェーハ基板を加工するエッチング工程（例えばドライエッチング等）。

(V) イオン・不純物注入拡散工程。

(VI) レジスト剥離工程。

(VII) 加工されたウェーハを検査する検査工程。

尚、ウェーハプロセッシング工程は、多層ウェーハの場合には層数だけ繰り返しを行い、デバイスを製造する。

【 0 0 3 9 】

図 8 を参照して、リソグラフィー工程を説明する。

リソグラフィー工程は、以下の各工程を含んでいる。

(i) 回路パターンが形成されたウェーハ上にレジストをコートするレジスト塗布工程。（ステップ 1 0）

(ii) レジストを露光する露光工程。（ステップ 1 1）

(iii) 露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程。（ステップ 1 2）

(iv) 現像されたレジストパターンを安定化させる為のアニール工程。（ステップ 1 3）

【 0 0 4 0 】

以上のデバイス製造工程、ウェーハプロセッシング工程、リソグラフィー工程については、周知であるのでこれ以上の説明は省略する。

上記（VII）加工されたウェーハを検査する検査工程に、本発明の評価装置を用いることによって、静電レンズ系の電極間で絶縁破壊することがなく評価をすることができる。

【発明の効果】

【 0 0 4 1 】

本発明の評価装置によれば、電極、又は、電極の一部を仕事関数が 5 e V 以上

の金属でコーティングしたので、電極から2次電子が放出されることが少なく、電極間において放電が生じにくくなり、電極間で絶縁破壊されることが少なくなる。

また、電極、又は、電極の一部を白金（仕事関数：5.3[eV]）、又は、白金を主材料とする合金でコーティングしたので、電極から2次電子が放出されることが少なく、電極間において放電が生じにくくなり、電極間で絶縁破壊されることが少なくなる。

また、試料が半導体ウェーハであっても、半導体ウェーハのパターン上に、電極にコーティングされた白金が付着することがあってもデバイスの性能を劣化させることもないので、半導体ウェーハの検査に好適である。

【0042】

また、絶縁材料によって電極を支持することによって、電極間の放電を生じにくくし、電極間の絶縁破壊をしにくくした。

更に、少なくとも一方の電極の形状を、第1の電極面と第2の電極面とこれら電極面の間に段差を設けるようにすることによって、絶縁材料表面をヒダ形状等に加工作ることがなく、加工費用が安価になる。

また、絶縁材料の電極間における最短沿面距離は、支持された電極部分における電極間距離と略同じ長さであるので、電極間における絶縁材料表面にはほとんど凹凸部分が無く、絶縁材料からの放出ガスが多くなることも無い。よって、装置のビーム通路の真空度を下げることもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

評価装置を模式的に示す構成図である。

【図2】

金属別の絶縁破壊発生確率を示す表である。

【図3】

電極の斜視図と断面図である。

【図4】

電極の一部断面図である。

【図 5】

電極の上面図と断面図である。

【図 6】

電極の要部拡大断面図である。

【図 7】

デバイス製造工程を示すフローチャートである。

【図 8】

図 7 のウェーハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである

【符号の説明】

- 1 電子線源
- 2 静電レンズ系
- 3 E×B 型偏向器
- 4 電極
- 5 静電対物レンズ系
- 6 ウェーハ
- 7 静電中間レンズ系
- 8 検出器
- 9 表示装置
- 10 電極
 - 10 a ケイ素銅
 - 10 b チタン
 - 10 c 白金
- 20 電極
 - 20 a 開口端部
- 22 電極
 - 22 a 開口端部
 - 22 b 第 1 の電極面
 - 22 c 第 2 の電極面

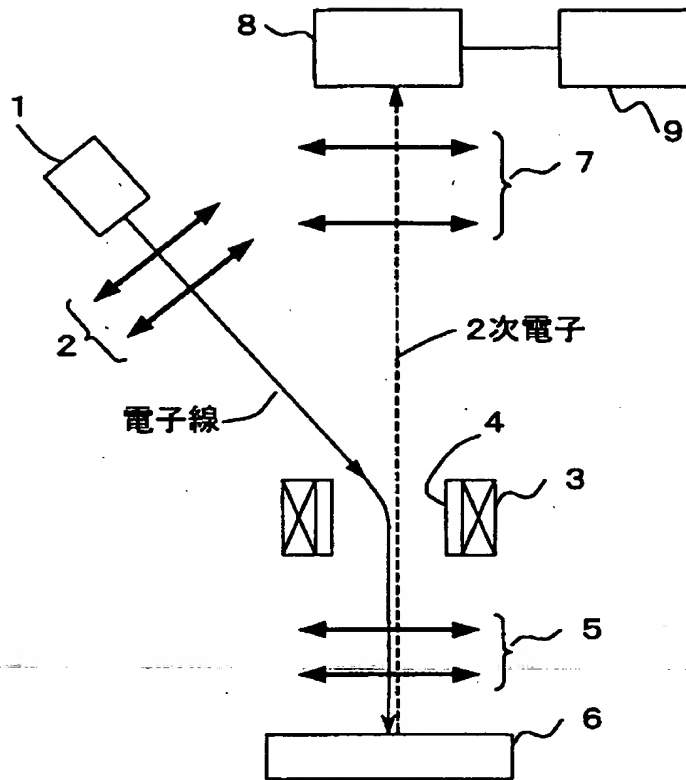
2 2 d 段差

2 4 通過孔

2 6 絶縁スペーサ

【書類名】 図面

【図 1】

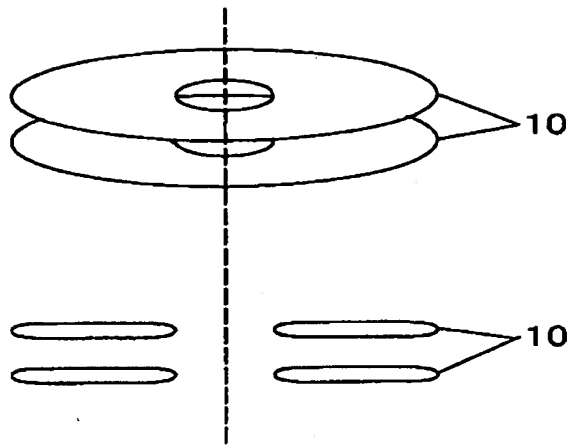


【図 2】

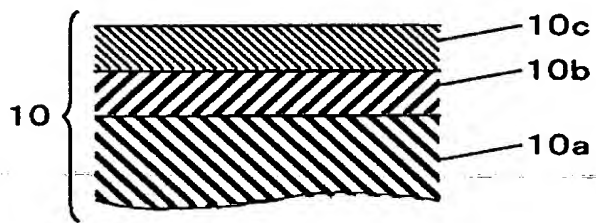
金属別の絶縁破壊発生確率

金属	仕事関数[eV]	絶縁破壊発生確率
アルミニウム	4. 2	大
金	4. 9	中
白金	5. 3	小

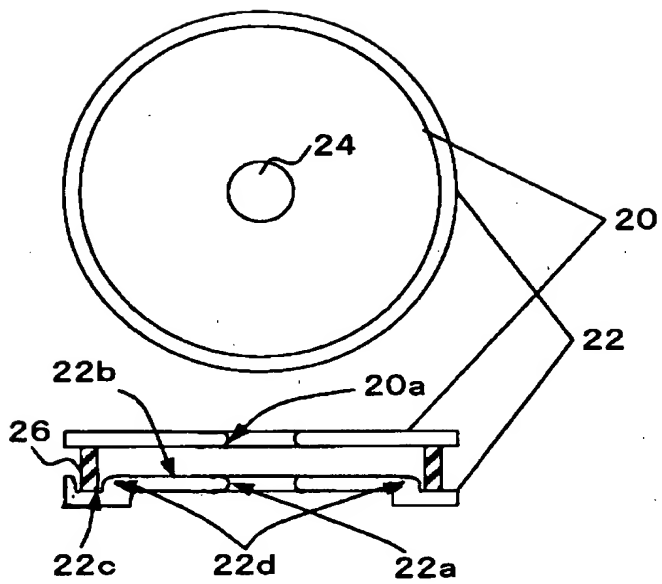
【図 3】



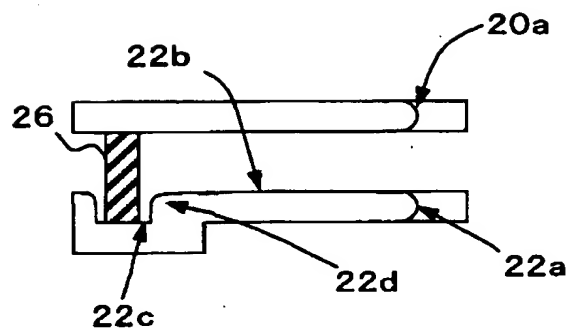
【図 4】



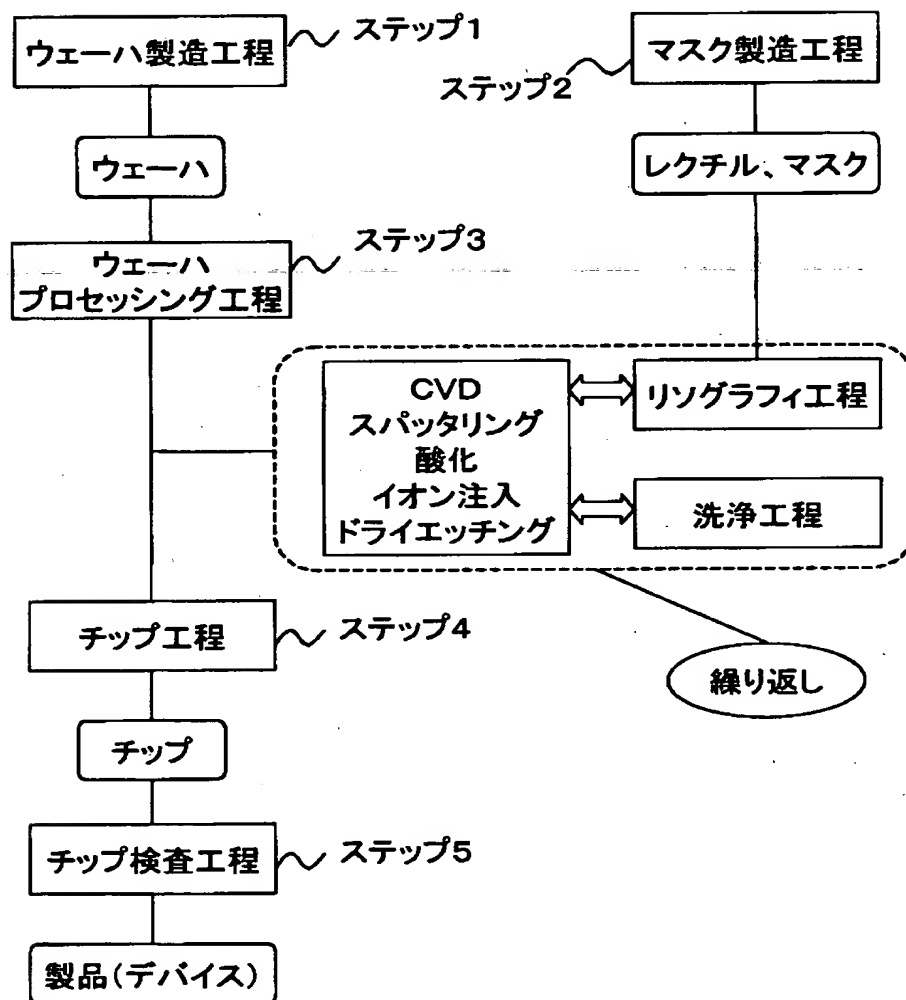
【図 5】



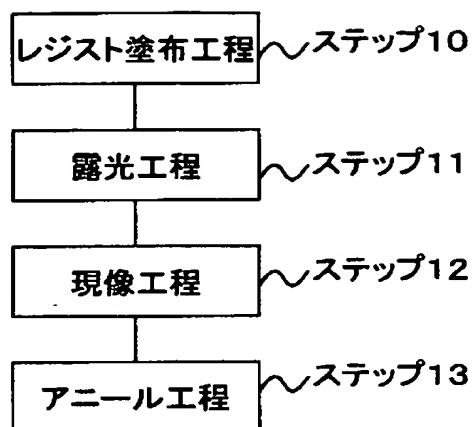
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 静電光学系の電極間の絶縁破壊を防止した評価装置と、この評価装置装置を用いたデバイス製造方法を提供する。

【解決手段】 電子線源 1 から放射された電子線は、静電レンズ系 2、E×B 型偏向器 3、静電対物レンズ系 5 を通って、ウェーハ 6 に入射する。そして、電子線がウェーハ 6 に入射することにより、ウェーハ 6 から 2 次電子が放出され、2 次電子は、静電中間レンズ系 7 を通って検出器 8 によって検出される。そして、静電レンズ系 2、E×B 型偏向器 3、静電対物レンズ系 5、静電中間レンズ系 7 の電極を白金でコーティングしたので、電極に電子線、又は 2 次電子が衝突しても、電極から 2 次電子が放出される量は少なくなり、結果、電極間における絶縁破壊が少なくなる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所